

22156



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 195 42 309 A 1

51 Int. Cl.⁸:
C01 F 7/44

02

21 Aktenzeichen: 195 42 309.7
22 Anmeldetag: 14. 11. 95
23 Offenlegungstag: 15. 5. 97

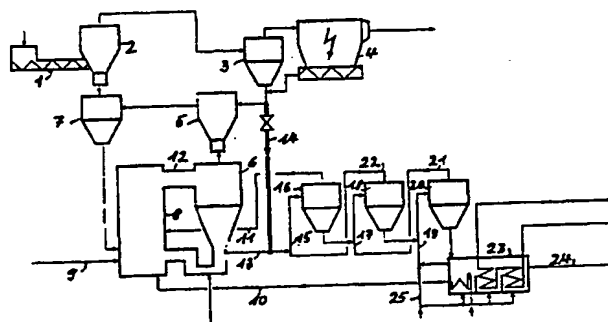
DE 195 42 309 A 1

71 Anmelder:
Metallgesellschaft AG, 60323 Frankfurt, DE

72 Erfinder:
Schmidt, Hans Werner, Dr., 80599 Frankfurt, DE;
Rahn, Martin, 60433 Frankfurt, DE; Stockhausen,
Werner, 61118 Bad Vilbel, DE; Werner, Dietrich,
64409 Messel, DE; Hirsch, Martin, Dr., 61381
Friedrichsdorf, DE

54 Verfahren zur Herstellung von Aluminiumoxid aus Aluminiumhydroxid

57 Bei einem Verfahren zur Herstellung von wasserfreiem Aluminiumoxid aus Aluminiumhydroxid in einer aus Wirbelschichtreaktor (8), Abscheider (6) und Rückföhrleitung gebildeten zirkulierenden Wirbelschicht, bei dem man das Aluminiumhydroxid in die gasseitig zweite Stufe eines mit den Abgasen des Wirbelschichtreaktors (8) der zirkulierenden Wirbelschicht betriebenen zweistufigen Suspensionsvorwärmers (2) einträgt und mindestens teilweise entwässert, entwässertes Aluminiumhydroxid aus der zweiten Stufe des Suspensionsvorwärmers (2) in die gasseitig erste Stufe eines mit den Abgasen des Wirbelschichtreaktors (8) der zirkulierenden Wirbelschicht betriebenen Suspensionsvorwärmers (5) einträgt und weiter entwässert und anschließend der zirkulierenden Wirbelschicht zuföhrt, die mit in einer nachfolgenden Kühlstufe durch das erzeugte Aluminiumoxid indirekt erhitztem, sauerstoffhaltigen Fluidisierungsgas (10) und direkt erhitztem in einer höheren Ebene zugeföhrttem sauerstoffhaltigem Sekundärgas (11) betrieben wird, stellt man die Temperatur in der zirkulierenden Wirbelschicht auf einen Wert im Bereich von 850 bis 1000°C ein. Das der zirkulierenden Wirbelschicht entnommene Aluminiumoxid wird mit 10 bis 25 Gew.-% des aus der feststoffseitig ersten Stufe des Suspensionsvorwärmers (2) austretenden teilweise entwässerten, an der zirkulierenden Wirbelschicht als Bypass vorbeigeföhrttem Aluminiumhydroxids für die Dauer von mindestens 2 min. vermischt, das vermischte Material zunächst in ...



DE 195 42 309 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 03. 97 702 020/501

7/22

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von wasserfreiem Aluminiumoxid aus Aluminiumhydroxid in einer aus Wirbelschichtreaktor (8), Abscheider (6) und Rückföhrleitung gebildeten zirkulierenden Wirbelschicht, bei dem man das Aluminiumhydroxid in die gasseitig zweite Stufe eines mit den Abgasen des Wirbelschichtreaktors (8) der zirkulierenden Wirbelschicht betriebenen zweistufigen Suspensionsvorwärmer (2) einträgt und mindestens teilweise entwässert, entwässertes Aluminiumhydroxid aus der zweiten Stufe des Suspensionsvorwärmer (2) in die gasseitig erste Stufe eines mit den Abgasen des Wirbelschichtreaktors (8) der zirkulierenden Wirbelschicht betriebenen Suspensionsvorwärmer (5) einträgt und weiter entwässert und anschließend der zirkulierenden Wirbelschicht zuföhrt, die mit in einer nachfolgenden Kühlstufe durch das erzeugte Aluminiumoxid indirekt erhitztem, sauerstoffhaltigen Fluidisierungsgas (10) und direkt erhitztem in einer höheren Ebene zugeföhrttem sauerstoffhaltigem Sekundärgas (11) betrieben wird, wobei die indirekte Aufheizung des Fluidisierungsgases in einem Wirbelschichtköhler (23) erfolgt.

Ein derartiges Verfahren ist in DE-A-15 92 140 beschrieben.

Gegenüber den bis dahin üblichen Drehrohrofenverfahren und Verfahren in der sogenannten klassischen Wirbelschicht zeichnet sich das eingangs genannte Verfahren insbesondere durch günstige Wärmeverbrauchsahlen aus, die je nach Qualität des erzeugten Aluminiumoxids mit ca. 720 bis 800 kcal/kg deutlich unter denen für z. B. Drehrohrofenverfahren typischen Werten von 1000 bis 1100 kcal/kg liegen. Diese Werte werden zum einen in Folge einer nachstöchiometrischen Verbrennung des Brennstoffes und der weitestgehenden Ausnutzung der Abwärme der Abgase, die die Calzinierzone verlassen, zur Vortrocknung und Teilentwässerung erreicht. Zum anderen leistet die Rückföhrung der Calzinatwärme in die Calzinierzone in Form von im Wirbelschichtköhler aufgeheizten Fluidisierungs- und Sekundärgases einen erheblichen Beitrag zur Verringerung der Wärmeverbrauchsahlen. Ein weiterer Vorteil des Verfahrens besteht darin, daß durch die gestufte Verbrennung, nämlich zunächst nur mit Fluidisierungsluft understöchiometrisch im Bereich hoher Dispersionsdichte, dann in Gegenwart von Sekundärluft stöchiometrisch bzw. geringfügig überstöchiometrisch im Bereich niedriger Suspensionsdichte Überhitzungen, die sich auf die Qualität des Verfahrenserzeugnisses nachteilig auswirken, mit Sicherheit vermieden werden.

Nachteilig bei dem zuvor beschriebenen Verfahren ist, daß es bei den im allgemeinen für notwendig erachteten hohen Calziniertemperaturen von 1000 bis 1100°C Schwierigkeiten bereitet, die Produktwärme im eigentlichen Calzinierprozeß nutzbar zu machen. Entweder sind die zur ausreichenden Produktkühlung erforderlichen Gasströme so groß, daß sie im Calzinierprozeß nicht vollständig einsetzbar sind oder aber ist — bei Kühlung gegen die im Calzinierprozeß erforderlichen Gasströme — die Kühlung des Produktes nicht ausreichend. Schließlich haben sich in jüngerer Zeit die an das fertig calzinierte Aluminiumoxid gestellten Qualitätsanforderungen geändert. Gefragt ist insbesondere ein Aluminiumoxid mit sandiger Qualität, daß heißt hohem gamma-Oxid-Anteil. Die veränderten Anforderungen machen eine erhebliche Veränderung der Prozeßföhrung notwendig.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Herstellung von wasserfreiem Aluminiumoxid aus Aluminiumhydroxid bereitzustellen, daß den geänderten Anforderungen an die Oxidqualität gerecht wird und insbesondere mit einem minimalen Wärmeverbrauch verbunden ist.

Die Aufgabe wird gelöst, in dem das Verfahren der eingangs genannten Art entsprechend der Erfindung derart ausgestaltet wird, daß man die Temperatur in der zirkulierenden Wirbelschicht auf einen Wert im Bereich von 850 bis 1000°C einstellt, das der zirkulierenden Wirbelschicht entnommene Aluminiumoxid mit 10 bis 25 Gew.-% des aus der feststoffseitig ersten Stufe des Suspensionsvorwärmers (2) austretenden teilweise entwässerten Aluminiumhydroxids für die Dauer von mindestens 2 min. vermischt, das vermischte Material zunächst in einem mehrstufigen Suspensionsköhler (15, 16, 17, 18, 19, 20) unter Aufheizung von Sekundärgas (11) und anschließend im Wirbelschichtköhler (23) unter indirekter Aufheizung von Fluidisierungsgas (10) kühlt.

Das beim erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzte System der zirkulierenden Wirbelschicht besteht aus einem Wirbelschichtreaktor, einem Abscheider zum Abscheiden von Feststoff aus der aus dem Wirbelschichtreaktor ausgetragenen Suspension — im allgemeinen einem Rückföhrzyklor. — und einer Rückföhrleitung für den abgeschiedenen Feststoff in den Wirbelschichtreaktor. Das Prinzip der zirkulierenden Wirbelschicht zeichnet sich dadurch aus, daß im Unterschied zur "klassischen" Wirbelschicht, bei der eine dichte Phase durch einen deutlichen Dichtesprung von dem darüber befindlichen Gasraum getrennt ist, Verteilungszustände ohne definierte Grenzschicht vorliegen. Ein Dichtesprung zwischen dichter Phase und darüber befindlichem Staubraum ist nicht vorhanden, jedoch nimmt innerhalb des Reaktors die Feststoffkonzentration von unten nach oben ab. Aus dem oberen Teil des Reaktors wird eine Gas-Feststoffsuspension ausgetragen. Bei der Definition der Betriebsbedingung über die Kennzahlen von Froude und Archimedes ergeben sich folgende Bereiche:

$$P_g$$

$$0,1 \leq \frac{3}{4} \cdot Fr^2 \cdot \frac{\rho_k - \rho_g}{\rho_k} \leq 10,$$

$$\rho_k - \rho_g$$

bzw.

$$0,01 \leq Ar \leq 100,$$

wobei

$$d_k^3 \cdot g (\rho_k - \rho_g)$$

$$Ar = \frac{d_k^3 \cdot g (\rho_k - \rho_g)}{\rho_g \cdot v^2} \quad \text{und}$$

$$\rho_g \cdot v^2$$

$$u^2$$

$$Fr^2 = \frac{u^2}{g \cdot d_k}$$

$$g \cdot d_k$$

sind.

Es bedeuten:

u die relative Gasgeschwindigkeit in m/sec.

Ar die Archimedes-Zahl

Fr die Froude-Zahl

pg die Dichte des Gases in kg/m³

pk die Dichte des Feststoffteilchens in kg/m³

dk den Durchmesser des kugelförmigen Teilchens in m

v die kinematische Zähigkeit in m²/sec.

g die Gravitationskonstante in m/sec.²

Die Vermischung der Feststoffströme, die einerseits über den Bypass aus dem feststoffseitig ersten Suspensionsvorwärmer herrühren und andererseits aus der zirkulierenden Wirbelschicht stammen, für die Dauer von mindestens 2 min. ist verfahrenswesentlich. Denn nur dann ist eine hinreichende Abspaltung des chemisch gebundenen Wassers, das im mindestens teilweise entwässerten Aluminiumhydroxid noch enthalten ist und damit die Erzielung eines hinreichend niedrigen Glühverlustes gewährleistet. Die Vermischung der Feststoffströme erfolgt besonders vorteilhaft durch Verwirbelung mit dem beim Vermischen entstehenden Wasserdampf.

Die Wirbelgasgeschwindigkeit oberhalb der Sekundärgaszuführung beträgt im allgemeinen 7 bis 10 m/sec.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, den Druckverlust im Wirbelschichtreaktor, der eine Funktion des Feststoffinhaltes ist, auf < 100 mbar einzustellen.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, das aus der gasseitig zweiten Stufe des Suspensionsvorwärmers austretende teilweise entwässerte Aluminiumhydroxid in einem dem Elektrofilter vorgeschalteten Abscheider abzutrennen.

Schließlich ist es entsprechend einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung vorteilhaft, die Schlußkühlung des erzeugten Aluminiumoxids durch mehrstufige Wirbelkühlung durchzuführen, wobei jeweils durch indirekten Wärmeaustausch in der ersten Stufe das Fluidisierungsgas für den Wirbelschichtreaktor der zirkulierenden Wirbelschicht und in den nachfolgenden Stufen ein flüssiges Wärmeträgermedium erhitzt wird. Hierdurch läßt sich die zur Kalzinatkühlung eingesetzte Luftmenge in einfachster Weise an den Fluidisierungsluftbedarf des Wirbelschichtreaktors der zirkulierenden Wirbelschicht anpassen.

Der herausragende Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt darin, daß man den Calzinierprozeß einschließlich Vorwärmung und Kühlung in einfachster Weise dem jeweiligen Qualitätsanforderungen anpassen kann. Denn im allgemeinen ist es üblich, daß eine bestimmte Produktqualität hinsichtlich BET-Oberfläche, Glühverlust und alpha-Oxid gefordert ist. Hieraus ergibt sich die in der zirkulierenden Wirbelschicht einzustellende Reaktionstemperatur und die als Bypass an der zirkulierenden Wirbelschicht vorbeizuführende, lediglich entwässerte Aluminiumhydroxidmenge. Das bedeutet, daß mit steigender BET-Oberfläche sowohl die Calzinier-temperatur in der zirkulierenden Wirbelschicht als auch die Bypass-Menge für Aluminiumhydroxid in Richtung auf die unteren beanspruchten Grenzwerte einzustellen ist. Umgekehrt sind mit sinkender BET-Oberfläche die vorgenannten Werte in Richtung der oberen beanspruchten Grenzwerte zu verschieben. Bei zulässigem höheren Glühverlust kann die Bypass-Menge für Aluminiumhydroxid bei sonst konstanten Betriebsbedingungen, insbesondere bei konstanter Calzinier-temperatur, weiter innerhalb der beanspruchten Grenzen erhöht werden. Dadurch ist eine weitere Reduktion der Wärmeverbrauchszahl erreichbar.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht in einer Wärmeverbrauchszahl, die — in Abhängigkeit von der Qualitätsanforderung, die an das erzeugte Aluminiumoxid gestellt ist — deutlich unter den bislang üblichen Werten liegt.

Die Erfindung wird anhand der Figur und des Ausführungsbeispiels beispielsweise und näher erläutert.

Die Figur stellt ein Fließschema des erfindungsgemäßen Verfahrens dar.

Das filterfeuchte Aluminiumhydroxid wird mittels einer Förderschnecke (1) in den gasseitig zweiten Suspensionsvorwärmer (2) eingetragen und von dem aus dem gasseitig ersten Suspensionsvorwärmer (5) kommenden Abgasstrom erfaßt.

Anschließend wird der Gas-Materialstrom in dem nachfolgenden Zyklonabscheider (3) getrennt. Das aus dem Zyklonabscheider (3) austretende Abgas wird zur Entstaubung einer elektrostatischen Gasreinigung (4) und schließlich einem Kamin (nicht dargestellt) zugeleitet.

Der aus dem Zyklonabscheider (3) und der elektrostatischen Gasreinigung austretende Feststoff gelangt anschließend vermittle einer Dosiervorrichtung zum überwiegenden Teil in den Suspensionsvorwärmer (5), zum kleineren Teil in die Bypass-Leitung (14). Im Suspensionsvorwärmer (5) wird der Feststoff von dem aus dem Rückführzyklon (6) der zirkulierenden Wirbelschicht austretenden Abgas erfaßt und weiter entwässert bzw. dehydratisiert. Im Abscheidezyklon (7) tritt wiederum eine Trennung des Gas-Material-Stromes ein, wobei das entwässerte Material in den Wirbelschichtreaktor (8) und das Abgas in den oben erwähnten Suspensionsvorwärmer (2) geleitet werden.

Die Zuführung des zur Calzination erforderlichen Brennstoffes erfolgt über Leitung (9), die in geringer Höhe über dem Rost des Wirbelschichtreaktors (8) angeordnet ist. Die zur Verbrennung erforderlichen sauerstoffhaltigen Gasströme werden über Leitung (10) als Fluidisierungsgas und über Leitung (11) als Sekundärgas zugeführt. Infolge der Gaszuführung in Form von Fluidisierungsgas und Sekundärgas stellt sich im unteren Reaktorbereich zwischen Rost und Sekundärgaszuführung (11) eine vergleichsweise hohe Suspensionsdichte, oberhalb der Sekundärgaszuführung (11) eine vergleichsweise geringe Suspensionsdichte ein.

Die Gas-Feststoff-Suspension tritt über die Verbindungsleitung (12) in den Rückführzyklon (6) der zirkulierenden Wirbelschicht ein, in dem eine neuerliche Trennung von Feststoff und Gas erfolgt. Der über Leitung (13) aus dem Rückführzyklon (6) austretende Feststoff wird mit einem Teil des aus dem Zyklon (3) und der elektrostatischen Gasreinigung stammenden Feststoffes, der über Leitung (14) herangeführt wird, vermischt und dem ersten aus Steigleitung (15) und Zyklonabscheider (16) gebildeten Suspensionskühler zugeleitet. Das Abgas des Zyklonabscheiders (16) gelangt über Leitung (11) in den Wirbelschichtreaktor (8), der Feststoff in den aus Steigleitung (17) und Zyklonabscheider (18) gebildeten zweiten Suspensionskühler und schließlich in den aus Steigleitung (19) und Zyklonabscheider (20) gebildeten dritten Suspensionskühler. Der Gasfluß durch die einzelnen Suspensionskühler erfolgt im Gegenstrom zum Feststoff über die Leitungen (21) und (22). Nach dem Verlassen des letzten Suspensionskühlers erfährt das erzeugte Aluminiumoxid eine Schlußkühlung in dem mit drei Kühlkammern ausgestatteten Wirbelschichtkühler (23). In dessen erster Kammer erfolgt eine Aufheizung des dem Wirbelschichtreaktor (8) zugeführten Fluidisierungsgases, in den nachgeschalteten zwei Kammern eine Kühlung gegen ein Wärmeträgermedium, vorzugsweise Wasser, das im Gegenstrom geführt wird. Das Aluminiumoxid tritt schließlich über Leitung (24) aus.

Beispiel

Mit Hilfe der Förderschnecke (1) werden dem gasseitig zweiten Suspensionsvorwärmer (2) 126.360 kg/h Aluminiumhydroxid mit 7 Gew.-% mechanisch gebundenem Wasser zugeführt. Durch das aus dem Zyklonabscheider (7) mit einer Temperatur von 306°C herangeführte Abgas erfolgt eine erste Trocknung. Der Feststoff wird nach Abscheidung im Zyklonabscheider (3) im Suspensionsvorwärmer (5) einer weiteren Trocknung und Entwässerung mit den aus dem Rückführzyklon (6) der zirkulierenden Wirbelschicht herangeführten Abgasen einer Temperatur von 950°C unterworfen. Das aus dem letzten Zyklonabscheider (3) austretende Abgas wird anschließend im Elektrofilter (4) entstaubt und dem Kamin zugeführt. Seine Menge beträgt 132.719 Nm³/h. Der im Zyklonabscheider (7) anfallende Feststoff wird schließlich in den Wirbelschichtreaktor (8) der zirkulierenden Wirbelschicht eingetragen.

Die zirkulierende Wirbelschicht wird bei einer Temperatur von 950°C betrieben. Ihr werden über Leitung (9) 5.123 kg/h Heizöl, über Leitung (11) 60.425 Nm³/h Sekundärluft und über Leitung (10) 12.000 Nm³/h Fluidisierungsluft zugeführt. Die Fluidisierungsluft besitzt eine Temperatur von 188°C, die Sekundärluft eine solche von 525°C. Es verlassen die zirkulierende Wirbelschicht ein Gasstrom in einer Menge von 98.631 Nm³/h mit einem Sauerstoffgehalt von 2,23 Vol.-%, der den Suspensionsvorwärmer (5) und (2) zugeleitet wird, sowie ein Feststoff mit 66.848 kg/h. Dieser über Leitung (13) abgeführte Feststoffstrom wird vor dem Eintritt in die Steigleitung (15) des ersten Suspensionskühlers mit 15.262 kg/h Feststoff, der über Leitung (14) herangeführt wird, unter Einstellung einer Mischtemperatur von 608°C vermischt. Nach Durchlaufen der Steigleitung (15) gelangt die Gas-Feststoff-Suspension in den Zyklonabscheider (16) und von dort in die nachfolgenden aus den Steigleitungen (17) bzw. (19) und Zyklonabscheidern (18) bzw. (20) gebildeten Suspensionskühlern. In den drei Suspensionskühlern erfolgt eine stufenweise Abkühlung des Feststoffes auf 525°C bzw. 412°C bzw. 274°C. Gleichzeitig heizt sich der dem Wirbelschichtreaktor (8) über Leitung (11) zugeführte Sekundärgasstrom auf eine Temperatur von 525°C auf. Der Betrieb der Suspensionskühler erfolgt mit der direkt aufgeheizten Fluidisierungsluft des nachfolgenden Wirbelschichtkühlers (23) sowie mit über Leitung (25) zugeführter Prozeßluft in einer Menge von 33.000 Nm³/h.

Die Endkühlung des Feststoffes geschieht im Wirbelschichtkühler (23), dessen erste Kammer mit 7.200 Nm³/h und dessen 2. und 3. Kammer mit jeweils 7.000 Nm³/h Fluidisierungsluft beaufschlagt werden. Die in den einzelnen Kammern erzielten Temperaturen des Feststoffes betragen 238°C, 135°C und 83°C. Die in der ersten Kammer des Wirbelschichtkühlers (23) zur Kühlung benutzte Luft in einer Menge von 12.000 Nm³/h, die dem Wirbelschichtreaktor (8) als Fluidisierungsluft zugeführt wird, heizt sich dabei durch indirekten Wärmeaustausch auf 188°C auf. In der zweiten und dritten Kühlkammer des Wirbelschichtkühlers (23) erfolgt eine Aufheizung des Kühlwassers, das im Gegenstrom zum Feststoff durch die Kühlkammern in einer Menge von 350.000 kg/h geführt wird von 40°C auf 49°C. Die den Wirbelschichtkühler (23) verlassende Fluidisierungsluft

hat eine Temperatur von 153°C und fällt in einer Menge von 21 200 Nm³/h an. Sie wird — wie vorstehend erwähnt — in die Suspensionskühlung eingetragen. Den Wirbelschichtkühler (23) verlassen 77 111 kg/h Aluminiumoxid mit einem Glühverlust von 0,5% und einer BET-Oberfläche von 70 m²/g.

Patentansprüche

5

1. Verfahren zur Herstellung von wasserfreiem Aluminiumoxid aus Aluminiumhydroxid in einer aus Wirbelschichtreaktor (8), Abscheider (6) und Rückführleitung gebildeten zirkulierenden Wirbelschicht, bei dem man das Aluminiumhydroxid in die gasseitig zweite Stufe eines mit den Abgasen des Wirbelschichtreaktors (8) der zirkulierenden Wirbelschicht betriebenen zweistufigen Suspensionsvorwärmer (2) einträgt und mindestens teilweise entwässert, entwässertes Aluminiumhydroxid aus der zweiten Stufe des Suspensionsvorwärmer (2) in die gasseitig erste Stufe eines mit den Abgasen des Wirbelschichtreaktors (8) der zirkulierenden Wirbelschicht betriebenen Suspensionsvorwärmer (5) einträgt und weiter entwässert und anschließend der zirkulierenden Wirbelschicht zuführt, die mit in einer nachfolgenden Kühlstufe durch das erzeugte Aluminiumoxid indirekt erhitztem, sauerstoffhaltigen Fluidisierungsgas (10) und indirekt erhitztem in einer höheren Ebene zugeführtem sauerstoffhaltigem Sekundärgas (11) betrieben wird, wobei die indirekte Aufheizung des Fluidisierungsgases in einem Wirbelschichtkühler (23) erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß man die Temperatur in der zirkulierenden Wirbelschicht auf einen Wert im Bereich von 850 bis 1000°C einstellt, das der zirkulierenden Wirbelschicht entnommene Aluminiumoxid mit 10 bis 25 Gew.-% des aus der feststoffseitig ersten Stufe des Suspensionsvorwärmers (2) austretenden teilweise entwässerten, an der zirkulierenden Wirbelschicht als Bypass vorbeigeführtem Aluminiumhydroxids für die Dauer von mindestens 2 min. vermischt, das vermischte Material zunächst in einem mehrstufigen Suspensionskühler (15, 16, 17, 18, 19, 20) unter Aufheizung von Sekundärgas (11) und anschließend im Wirbelschichtkühler (23) unter indirekter Aufheizung von Fluidisierungsgas (10) kühlt. 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man den Druckverlust im Wirbelschichtreaktor (8) auf < 100 mbar einstellt. 15
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß man das aus der gasseitig zweiten Stufe des Suspensionsvorwärmers (2) austretende mindestens teilweise entwässerte Aluminiumhydroxid in einem dem Elektrofilters (4) vorgeschalteten Abscheider (3) trennt. 20
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß man die Schlußkühlung des erzeugten Aluminiumoxids durch mehrstufige Wirbelkühlung durchführt, wobei jeweils durch indirekten Wärmeaustausch in der ersten Stufe das Fluidisierungsgas (10) für den Wirbelschichtreaktor (8) der zirkulierenden Wirbelschicht und in den nachfolgenden Stufen ein flüssiges Wärmeträgermedium erhitzt wird. 25

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

